

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

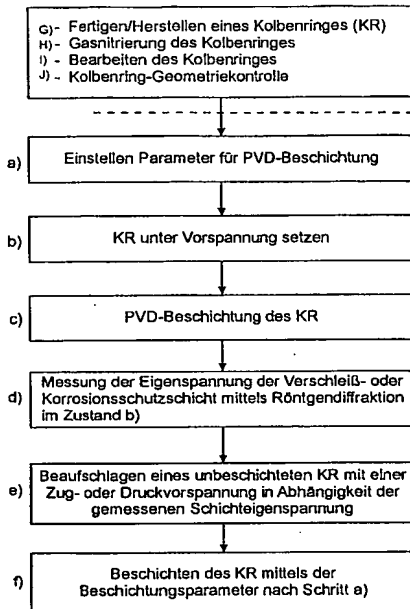
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/050937 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C23C (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003930 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ISSLER, Wolfgang [DE/DE]; Schwalbenweg 4, 71409 Schwaikheim (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. November 2003 (27.11.2003) (74) Anwalt: POHLE, Reinhard; Mahle GmbH, Pragstrasse 26 - 46, 70376 Stuttgart (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): BR, JP, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
(30) Angaben zur Priorität: 102 56 063.3 30. November 2002 (30.11.2002) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MAHLE GMBH [DE/DE]; Pragstrasse 26-46, 70376 Stuttgart (DE). Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR COATING PISTON RINGS FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN VON KOLBENRINGEN FÜR VERBRENNUNGSMOTOREN



G) MANUFACTURE/PRODUCTION OF A PISTON RING (KR)
H) GAS NITRIDING OF THE PISTON RING
I) MACHINING THE PISTON RING
J) PISTON RING GEOMETRY CONTROL
A) PARAMETERS SET FOR PVD COATING
B) PRESTRESS KR
C) PVD COATING OF KR
D) MEASURE INTERNAL STRESS OF THE ANTI-ABRASION OR ANTI-CORROSION COATING BY MEANS OF X-RAY DIFFRACTION IN STATE B)
E) UNCOATED KR SUBJECTED TO TENSILE PRESTRESSING OR COMPRESSIVE STRAIN ACCORDING TO MEASURED INTERNAL STRESS OF THE COATING
F) KR IS COATED ACCORDING TO COATING PARAMETERS ACCORDING TO STEP A)

(57) Abstract: The invention relates to a method for coating piston rings (10) for internal combustion engines, wherein at least the bearing surface of the piston ring is provided with an anti-abrasion and anti-corrosion coating (12) by means of a PVD or electroplating process. According to said method, the anti-abrasion and anti-corrosion coating is prevented from flaking or cracking caused by strain occurring on the piston ring during the operation of the motor by means of the following steps: a) coating parameters are set; b) an uncoated piston ring (18) is pre-stressed in order to obtain a predetermined diameter (06) thereof or opening width (10); an ion coating process is carried out using coating parameters according to step a); the internal stress of the anti-abrasion or anti-corrosion coating (12) is measured in state (b); e) a new, uncoated piston ring (10) is subjected to tensile pre-stressing or compressive strain according to the measured internal tension of the coating; and f) the piston ring is coated (10) according to the coating parameters according to step a).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung von Kolbenringen (10) für Verbrennungsmotoren, bei dem mindestens die Lauffläche des Kolbenringes mit einer Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht (12) durch ein PVD- oder galvanischen Beschichtungsprozess versehen wird, soll eine Ablösung oder Rissbildung der Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht infolge Belastung des Kolbenringes im Motorbetrieb durch folgende Verfahrensschritte vermieden werden:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

a) Einstellen der Beschichtungsparameter; b) Beaufschlagen eines unbeschichteten Kolbenringes (10) mit einer Vorspannung auf einen vorbestimmten Kolbenringdurchmesser (06) bzw. Maulweite (10); c) Durchführung des Ionenbeschichtungsprozesses mit den Beschichtungsparametern nach Schritt a); d) Messen der bewirkten Schichteigenspannung der Verschleiss- oder Korrosionsschutzschicht (12) im Zustand b); e) Beaufschlagen eines neuen, unbeschichteten Kolbenringes (10) mit einer Zug- oder Druckvorspannung in Abhängigkeit der gemessenen Schichteigenspannung; und f) Beschichten des Kolbenringes (10) mittels der Beschichtungsparameter nach Schritt a).

Verfahren zum Beschichten von Kolbenringen für Verbrennungsmotoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten eines aus Stahl oder Gusseisen bestehenden Kolbenringes für Verbrennungsmotoren, bei dem mindestens die Lauffläche des Kolbenringes mit einer Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht durch einen Beschichtungsprozess versehen wird.

Es ist allgemein bekannt, dass zur Verlängerung der Lebensdauer von Verbrennungsmotoren die Gleitflächen der Laufpartner Kolbenring/Zylinder mit einer verschleißfesten Schicht aus Metallkarbid oder Metallnitrid, wie Titancarbid (TiC), Titanitrid (TiN) oder Chromnitrid (CrN, Cr₂N), versehen werden. Das Aufbringen derartiger Schichten erfolgt meist durch Ionenbeschichtungsprozesse, speziell durch physikalische Dampfabscheidung (PVD), wie beispielsweise in der DE 196 30 149 C2 beschrieben, durch chemische Dampfabscheidung (CVD), oder durch einen galvanischen Beschichtungsprozess. Ziel der Laufflächenbeschichtung ist es, die Beständigkeit der Beschichtung gegen Abrieb, Festfressen, Abschälen und Abblättern zu verbessern, um den steigenden thermischen Beanspruchungen im Motorbetrieb gerecht zu werden. Trotz verschiedener Maßnahmen, welche die vorgenannten Beständigkeiten verbessern sollen, beispielsweise in der DE 41 12 422 C2 durch einen auf einem Trägermaterial ausgebildeten abriebfesten Überzug, der CrN enthält und dessen Stickstoffkonzentration von der Grenzfläche zwischen dem Trägermaterial und Überzug in Richtung äußere Oberfläche kontinuierlich abnimmt, zeigt sich im Motorbetrieb, dass die CrN, Cr₂N, TiN oder TiC-Schichten weiterhin zum Abschälen neigen. Als Ursache wird bisher angenommen, dass die PVD bzw. galvanischen Beschichtungen hohe Eigenspannungen aufweisen und dadurch ihre Adhäsion zum Trägermaterial schlecht ist. Wenn also eine dicke Beschichtung eingesetzt wird, sollte diese im Betrieb dazu neigen sich abzuschälen. Tatsächlich jedoch wird festgestellt, dass das Abschälen nicht bis zum Kolbenring als Träger der Beschichtung reicht oder, wenn der Kolbenring nitriert ist, nicht bis zur Nitridschicht erfolgt, sondern die Abschälkante bzw. Trennungsrisse verläuft innerhalb der CrN, Cr₂N, TiN bzw. TiC-

Beschichtung, also fast parallel zum Träger. Damit können Maßnahmen, die nur auf die Vermeidung schlechter Haftfestigkeit gerichtet sind ein Abschälen nicht verhindern, da nach gängiger Theorie der Abriss bis zum jeweiligen Beschichtungsträger reichen müsste. Offensichtlich scheinen Maßnahmen erfolgreich zu sein, welche die Eigenspannungen der aufgetragenen Verschleißschicht besser berücksichtigen.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht so auf die Lauffläche eines Kolbenringes eines Verbrennungsmotors aufzubringen, dass geringe Eigenspannungen innerhalb der Beschichtung des im Zylinder eingebauten Kolbenringes bzw. unter Belastungsbedingungen im Motorbetrieb auftreten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass mittels eines Beschichtungsprozesses, insbesondere durch ein PVD-Prozess oder galvanischen Prozesses, mindestens die Lauffläche eines Kolbenringes mit einer Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht versehen wird, in dem in einem ersten Schritt die Beschichtungsparameter eingestellt und fixiert werden, nachfolgend ein unbeschichteter Kolbenring mit einer Vorspannung beaufschlagt wird, so dass dieser einen vorbestimmten Kolbenringdurchmesser aufweist, in einem weiteren Schritt des PVD-Beschichtungsprozesses mit den Parametern gemäß dem ersten Schritt durchgeführt wird, wobei danach die erzielte Schichteigenspannung der Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht durch eine Röntgendiffraktionsmessung ermittelt wird. In einem weiteren Verfahrensschritt werden neue zu beschichtende Kolbenringe mit einer Zug- oder Druckvorspannung in Abhängigkeit der gemessenen Schichteigenspannung beaufschlagt und anschließend mit den Beschichtungsparametern des ersten Verfahrensschrittes beschichtet. Insbesondere wird bei einer Ausbildung einer Druckeigenspannung der Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht der Kolbenring mit einer Druckvorspannung während der Beschichtung und bei einer Zugeigenspannung der Schicht mit einer Zugvorspannung während der Beschichtung beaufschlagt. Vorteilhaft erfolgt dabei die Beaufschlagung des Kolbenringes mit einer Druckvorspannung an der Lauffläche, indem die Maulweite am Kolbenringstoß mit geeigneten Mitteln auf ein größeres Maß gebracht wird und bei Beaufschlagung mit einer Zugvorspannung, in dem der Kolbenring durch geeignete Mittel auf einen kleineren Durchmesser

bzw. verringerte Maulweite gebracht wird; gegebenenfalls mit überlappenden Stoßenden.

Das Verfahren bietet den Vorteil, dass die Eigenspannungen, die durch den Beschichtungsprozess in der aufgetragenen Verschleiß- und Korrosionsschutzschicht im Montagezustand des Kolbenringes im Zylinder entstehen, auf ein Minimum reduziert werden und damit ein Abschälen, Abblättern oder Rissbildung der Beschichtung vermieden wird. Insbesondere wird erreicht, dass die Festigkeit der Beschichtung unter Betriebsbedingungen bzw. bei der Montage der Kolbenringe in den Zylinder des Motors erhalten bleibt. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Prozessablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Kolbenringes mit Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht in zwei Verformungszuständen

Wie aus dem Prozessablauf gemäß Fig. 1 ersichtlich ist, wird ein in bekannter Weise durch Wickeln aus Draht, Abschneiden, Schleifen, Entspannungsglühen, Laufflächen- und Ringflankenbearbeitung hergestellter Kolbenring 10, der anschließend einem Gasnitrierprozess mit nachfolgender erneuter Laufflächen-, Ringflanken- und Stoßendenbearbeitung unterworfen wird, für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet. Der derart auf seine geometrischen Abmessungen gebrachte Kolbenring 10 wird am äußeren Umfang mit einer im wesentlichen den Einbauzustand entsprechenden Zugvorspannung beaufschlagt, indem der Kolbenringdurchmesser 06 bzw. die Maulweite 01 des Kolbenringes 10 mittels einer mechanischen Druckvorrichtung auf ein der vorbestimmten Druckvorspannung entsprechendes Maß, hier 0,2 bis 0,3 mm gegenüber einen ungespannten Ring 04, eingestellt wird. Durch eine Klemmvorrichtung (nicht dargestellt), die den Kolbenring 10 über seine Ringflanken 11 klemmt, wird dieser entsprechend fixiert. Im anschließenden PVD-Beschichtungsprozess, der an sich bekannt und als zum Stand der Technik gehörig betrachtet wird, werden die Beschichtungsparameter, wie Vakuumdruck, Heiztemperatur- und Dauer, N₂ Gas-

fluss, Vorspannung und Kathodenstrom eingestellt. Mit derart festgelegten Beschichtungsparametern wird eine CrN- oder Cr₂N- oder TiN- Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht 12 in einer Schichtstärke von 28 bis 30 µm am gesamten Umfang auf die Laufläche 07 des Kolbenringes 10 aufgebracht. Ebenso kann die Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht mittels eines ebenfalls an sich bekannten galvanischen Beschichtungsverfahrens erfolgen, wobei die Prozessparameter ebenfalls fixiert werden.

Nach dem Beenden der PVD- oder galvanischen Beschichtung wird mittels einer an sich bekannten Röntgendiffraktionsmessung, ohne dass der Kolbenring 10 aus seiner Klemmvorrichtung entnommen und damit entspannt wird, auf der dem Ringstoß gegenüberliegenden Lauflächen- seite des Kolbenringes die Eigenspannung der aufgetragenen Schicht 12 bestimmt. Je nach dem ermittelten Eigenspannungswert - Druck- oder Zugeigenspannungen -, wird für die zu beschichtenden Kolbenringe die Maulweite 01 entsprechend vergrößert oder verkleinert. Eine Vergrößerung der Maulweite 01 des Kolbenringes 10 erfolgt mittels einer einfachen Spannvorrichtung, die in den Innendurchmesser des Kolbenringes eingeführt wird und diesen auf ein der vorbestimmten Zugvorspannung entsprechendes Maß auseinander drückt. Eine Verkleinerung der Maulweite 01 erfolgt mittels einer Spannvorrichtung, die den Außendurchmesser des Kolbenringes reduziert, wobei in einem weiteren Schritt der Kolbenring durch eine axiale Klemmvorrichtung in dieser Lage fixiert wird. Die Stoßenden können dabei auch, falls die gemessenen Schichteigenspannungen das erfordern, überlappend ausgeführt und fixiert werden.

Ein über seine Ringflanken 11 gestapelter Haufen unbeschichteter neu hergestellter Kolbenringe 10, deren Ringstöße 02 lagegleich übereinander liegend angeordnet sind, wird auf die der Schichteigenspannung entsprechende Maulweite 01 eingestellt und mittels der fixierten PVD-Beschichtungsparameter beschichtet.

Um optimale Schichteigenspannungen zu erreichen, mit denen ein Abblättern oder eine Rissbildung der Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht auf dem Kolbenring 10 wirksam vermieden werden kann, sollten diese, gemessen im Zustand des Ein-

baumaßes (gespannter Kolbenring), in einem Bereich von (minus) – 200 bis (minus) – 800 N/mm² liegen.

Bezugszeichen

Kolbenring	10
Maulweite	01
Ringstoß	02
Stoßspiel	03
ungespannter Ring	04
gespannter Ring	05
Durchmesser	06
Lauffläche	07
Ringrücken	08
radiale Wanddicke	09
Ringflanken	11
Verschleiß- oder Korrosions- schuttschicht	12
axiale Wanddicke (Höhe)	d

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines aus Stahl oder Gusseisen bestehenden Kolbenringes (10) für Verbrennungsmotoren, bei dem mindestens die Lauffläche (07) des Kolbenringes mit einer Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht (12) durch einen Beschichtungsprozess versehen wird,
gekennzeichnet durch die Merkmale:
 - a) Einstellen der Beschichtungsparameter;
 - b) Beaufschlagen eines unbeschichteten Kolbenringes (10) mit einer Vorspannung auf einen vorbestimmten Kolbenringdurchmesser (06) bzw. Maulweite (01);
 - c) Durchführung des Ionenbeschichtungsprozesses mit den Beschichtungsparametern nach Schritt a);
 - d) Messen der bewirkten Schichteigenspannung der Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht (12) im Zustand b);
 - e) Beaufschlagen eines neuen, unbeschichteten Kolbenringes (10) mit einer Zug- oder Druckvorspannung in Abhängigkeit der gemessenen Schichteigenspannung; und
 - f) Beschichten des Kolbenringes (10) mittels der Beschichtungsparameter nach Schritt a).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Druckeigenspannung der Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht der Kolbenring (10) beim Prozessschritt f) mit einer Druckvorspannung am Ringumfang und bei einer Zugeigenspannung der Verschleiß- und Korrosionsschutzschicht (12) der Kolbenring (10) mit einer Zugvorspannung am Umfang beaufschlagt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichteigenspannung der Verschleiß- und Korrosionsschutzschicht (12) nach der Beschichtung im montierten Zustand des Kolbenringes (10) im Zylinder eines Motors einen Wert von (minus) – 200 bis (minus) – 800 N/mm² aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beaufschlagung des Kolbenringes (10) mit der Zug- oder Druckvorspannung über die gesamte Dauer der Beschichtung erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messung der Schichteigenspannung nach erfolgter Beschichtung mittels Röntgendiffraktion durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Röntgendiffraktionsmessung gegenüber vom Ringstoß (02) erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht aus einer CrN- oder Cr₂N oder TiN- oder TiC-Verschleiß- oder Korrosionsschutzschicht (12) gebildet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beschichtungsprozess ein PVD-Prozess ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beschichtungsprozess ein galvanischer Prozess ist.

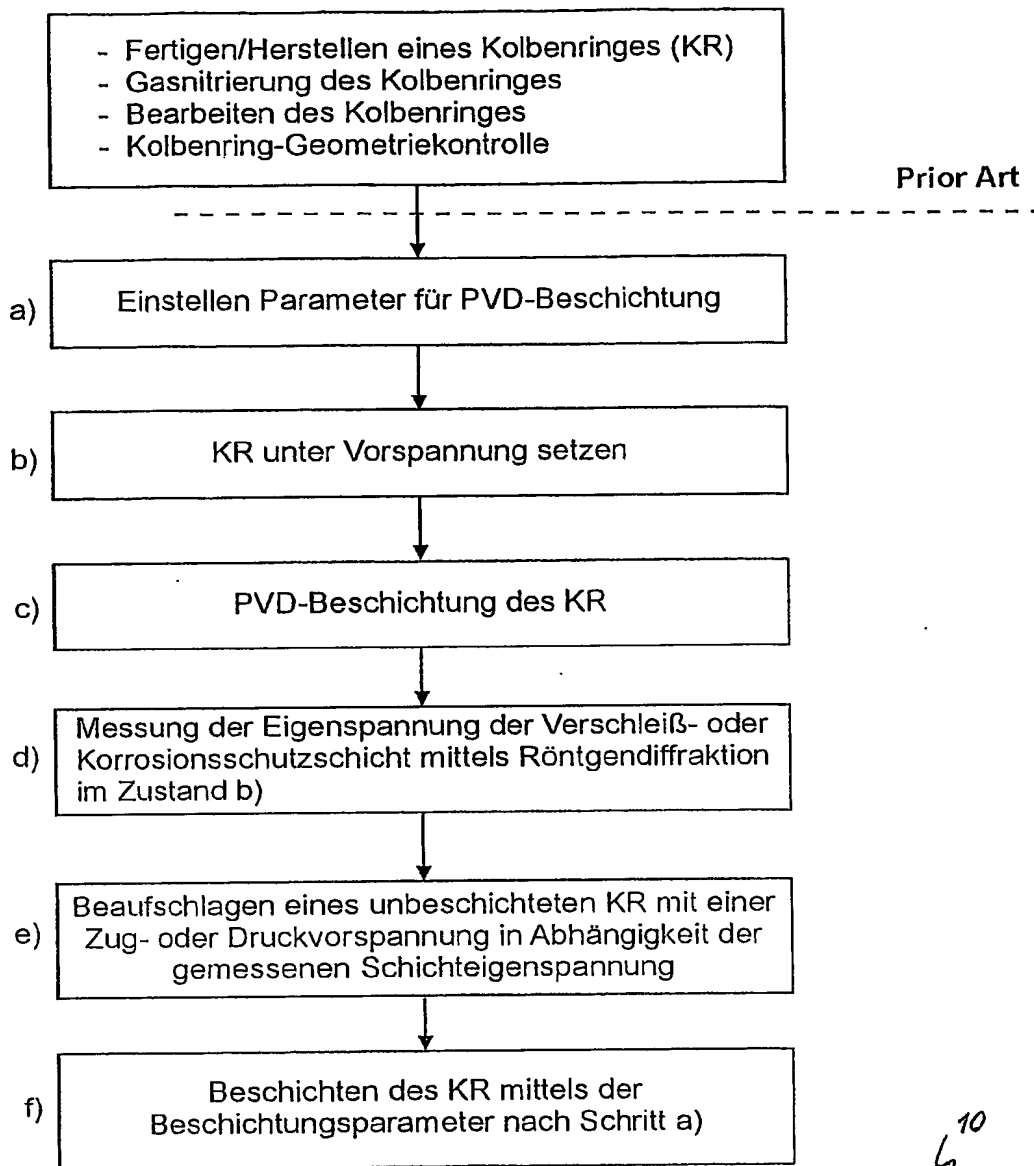
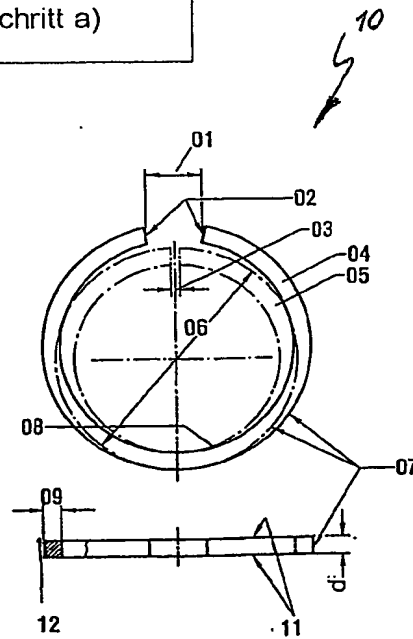


Fig. 1

Fig. 2



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/050937 A3(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C23C 14/02,
C25D 5/36

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ISSLER, Wolfgang
[DE/DE]; Schwalbenweg 4, 71409 Schwaikheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003930

(74) Anwalt: POHLE, Reinhard; Mahle GmbH, Pragstrasse
26 - 46, 70376 Stuttgart (DE).(22) Internationales Anmeldedatum:
27. November 2003 (27.11.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (national): BR, JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

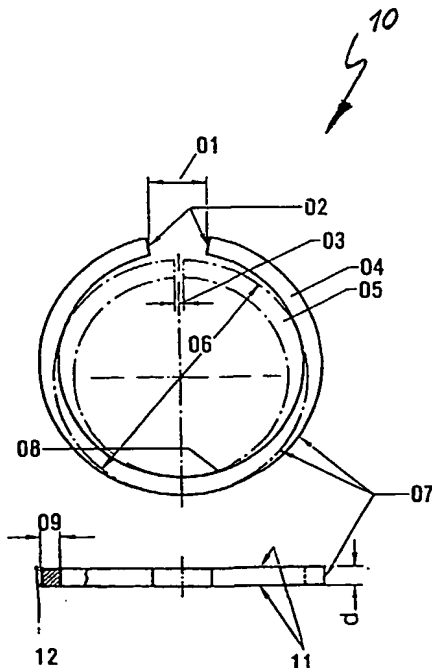
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen(30) Angaben zur Priorität:
102 56 063.3 30. November 2002 (30.11.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): MAHLE GMBH [DE/DE]; Pragstrasse 26-46, 70376
Stuttgart (DE).(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 5. August 2004

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR COATING PISTON RINGS FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN VON KOLBENRINGEN FÜR VERBRENNUNGSMOTOREN



(57) Abstract: The invention relates to a method for coating piston rings (10) for internal combustion engines, wherein at least the bearing surface of the piston ring is provided with an anti-abrasion and anti-corrosion coating (12) by means of a PVD or electroplating process. According to said method, the anti-abrasion and anti-corrosion coating is prevented from flaking or cracking caused by strain occurring on the piston ring during the operation of the motor by means of the following steps: a) coating parameters are set; b) an uncoated piston ring (18) is pre-stressed in order to obtain a predetermined diameter (06) thereof or opening width (10); an ion coating process is carried out using coating parameters according to step a); the internal stress of the anti-abrasion or anti-corrosion coating (12) is measured in state (b); e) a new, uncoated piston ring (10) is subjected to tensile pre-stressing or compressive strain according to the measured internal tension of the coating; and f) the piston ring is coated (10) according to the coating parameters according to step a).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beschichtung von Kolbenringen (10) für Verbrennungsmotoren, bei dem mindestens die Lauffläche des Kolbenringes mit einer Verschleiss- oder Korrosionsschutzschicht (12) durch ein PVD- oder galvanischen Beschichtungsprozess versehen wird, soll eine Ablösung oder Rissbildung der Verschleiss- oder Korrosionsschutzschicht infolge Belastung des Kolbenringes im Motorbetrieb durch folgende Verfahrensschritte vermieden werden: a) Einstellen der Beschichtungsparameter; b) Beaufschlagen eines unbeschichteten Kolbenringes (10) mit einer Vorspannung auf einen vorbestimmten Kolbenringdurchmesser (06) bzw. Maulweite (10); c) Durchführung des Ionenbeschichtungsprozesses mit den Beschichtungsparametern nach Schritt a); d) Messen der bewirkten Schichteigenspannung

der Verschleiss- oder Korrosionsschutzschicht (12) im Zustand b); e) Beaufschlagen eines neuen, unbeschichteten Kolbenringes (10) mit einer Zug- oder Druckvorspannung in Abhängigkeit der gemessenen Schichteigenspannung; und f) Beschichten des Kolbenringes (10) mittels der Beschichtungsparameter nach Schritt a).

WO 2004/050937 A3



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 03/03930

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C23C14/02 C25D5/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C23C C25D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0151, no. 05 (M-1092), 13 March 1991 (1991-03-13) & JP 3 000954 A (ISUZU MOTORS LTD), 7 January 1991 (1991-01-07) abstract	1-9
A	DE 195 48 931 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 4 July 1996 (1996-07-04) page 3, line 11 - page 4, line 4	1-9
A	EP 0 702 097 A (RIKEN KK) 20 March 1996 (1996-03-20) page 3, line 18 - page 4, line 5; examples 7-20	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 June 2004

Date of mailing of the international search report

17/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoyer, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03930

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 3000954	A	07-01-1991	JP 2636421 B2	30-07-1997
DE 19548931	A	04-07-1996	JP 8178068 A	12-07-1996
			DE 19548931 A1	04-07-1996
			GB 2296504 A ,B	03-07-1996
			US 6631907 B1	14-10-2003
EP 0702097	A	20-03-1996	CN 1116251 A ,B	07-02-1996
			US 5743536 A	28-04-1998
			EP 0702097 A1	20-03-1996
			DE 69421614 D1	16-12-1999
			DE 69421614 T2	07-12-2000
			US 5851659 A	22-12-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03930

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C23C14/02 C25D5/36

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C23C C25D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0151, Nr. 05 (M-1092), 13. März 1991 (1991-03-13) & JP 3 000954 A (ISUZU MOTORS LTD), 7. Januar 1991 (1991-01-07) Zusammenfassung	1-9
A	DE 195 48 931 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 4. Juli 1996 (1996-07-04) Seite 3, Zeile 11 - Seite 4, Zeile 4	1-9
A	EP 0 702 097 A (RIKEN KK) 20. März 1996 (1996-03-20) Seite 3, Zeile 18 - Seite 4, Zeile 5; Beispiele 7-20	1-9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Juni 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoyer, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03930

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 3000954	A	07-01-1991	JP	2636421 B2	30-07-1997
DE 19548931	A	04-07-1996	JP	8178068 A	12-07-1996
			DE	19548931 A1	04-07-1996
			GB	2296504 A ,B	03-07-1996
			US	6631907 B1	14-10-2003
EP 0702097	A	20-03-1996	CN	1116251 A ,B	07-02-1996
			US	5743536 A	28-04-1998
			EP	0702097 A1	20-03-1996
			DE	69421614 D1	16-12-1999
			DE	69421614 T2	07-12-2000
			US	5851659 A	22-12-1998